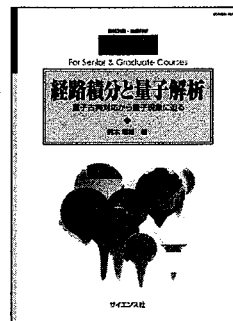


経路積分と量子解析

量子古典対応から量子現象に迫る

鈴木増雄著, B5 判, 232 頁, 本体 2222 円, サイエンス社



研究者なら誰しも自分の研究史をそのまま教科書として書きたいという夢を持つだろう。しかし「巨人の肩に乗って」という言葉があるように、科学は先人の膨大な蓄積の上に成り立つ以上、限られた卓越した研究者を除くと、その夢の実現は困難である。本書は、その夢を統計物理学の泰斗として知られる著者が実現した稀有の書と言えるであろう。その意味で、本書は著者の著した多くの教科書の中でも抜きん出てユニークであり、語り口が耳元で聞こえるようである。

タイトルから経路積分の標準的な教科書を期待する読者には本書は適切ではない。本書で経路積分は直接的には僅かしか扱われていない。2 章では経路積分量子化のコンパクトな記述の後、散逸系の変分原理について、最近（ここ 5 年程）の著者の研究を紹介している。勿論、散逸系の変分原理は、発展途上であり、読者は留保をつけながら読み進める必要がある。

寧ろ、本書の主題は経路積分等に普遍的に現れてくる非可換な指数関数演算子をどのように古典的な可換な量で表現するかという点である。その動機を踏まえ、3 章で非可換な量を可換な量で表現する一般的な量子古典対応の例を紹介した後、非可換な指数積をどのように分解するかについて 4 章で自己完結する形で詳しい説明がある。また、他の教科書では殆ど扱われていない非可換代数の取り扱い方が、著者によって開発された量子解析であり、本書の中心的課題として 5 章で詳しく解説されている。この 3~5 章は本書の白眉であると言って差し支えないだろう。例えば、著者によって発見された d 次元量子系と $d+1$ 次元古典系の対応関係は良く知られているが、証明の煩雑さ故にこれまで教科書では余り扱われてこなかった。しかし本書の 3 章での 1 次元横磁場イジングモデルを用いた簡潔な説明は極めて教育的であり、量子モンテカルロ法への適用のアイデアも自然と理解できる。一方で、3~5 章に比べると 6 章の熱場ダイナミクスの記述は如何にも短く、これだけではその必要性が十分伝わらない危険性がある。

7~8 章は非平衡統計力学でのエントロピー生成に焦点を当て、ズバーレフ理論と久保の線形応答理論の関係を明らかにした後に、散逸ダイナミクスのカノニカ

ル理論を発展させて緩和現象を論じている。エントロピー生成には対称的な項が必要であることを明確に指摘する等、一連の記述はユニークで拝聴に値するが、最近の著者の理論に基づいており、すべてを無批判に受け容れると問題があるだろう。実際、外場に線形だとエントロピー生成がないとの記述があるが、実際の流体では線形応答の範囲内でエントロピー生成が正になるように輸送係数を決めているので初学者の混乱を招きかねない。流体の場合は移流項が非線形であり、その結果エネルギー方程式（エントロピー密度の発展方程式）にストレスと速度勾配テンソルの積が存在し、それがエントロピー生成と直結する粘性散逸関数となることは良く知られている。読者に連続体力学の初等的知識がないと誤解してしまいかねない箇所である。

9~10 章は著者が 70 年代に発展させた秩序形成のスケーリング理論の再訪である。そこよりもユニークなのは 11 章での物理系の変換・対応・等価性の効用の説明である。誰もが知っている歴史的な事例を幾つか紹介した後、後半での著者の成功した試みが説明されており、学生のみならず現役の研究者にも理論を作るフィロソフィーを垣間見ることができ、大いに参考になる。また 12 章でも詳細に踏み込まず、臨界現象における幾何学的側面の重要性を強調するためにトポロジー変化法の応用と臨界現象のトモグラフィーを解説している。締めくくりの 13 章では、量子古典対応に関して著者が関わってきた研究から、これから大事になるであろう昔の研究や最近のホットな話題まで縦横に紹介し、本書を締めくくっている。

本書をその構成に沿って駆け足で紹介してきたが、容易に分かるとおり、本書は著者の研究史の集大成と言っても良い。従って未だ評価の定まらない箇所も含めて、著者の体臭が強くする本であり、他に類書のない得難い本であることは間違いない。著者の薫陶を受けた若い読者がユニークな研究者として育っていくことを期待したい。

早川 尚男（京都大学基礎物理学研究所）